

- 1 -

VORRICHTUNG ZUM MESSEN DER DISTANZ ZU FERNEN UND NAHEN
OBJEKTEN

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Distanz zu nahen und fernen Objekten, an denen von der
5 Vorrichtung modulierte und ausgesendete Laserstrahlen reflektiert werden, nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 4.

Derartige Vorrichtungen zum Messen der Distanz zu einem
10 Objekt mit einer Genauigkeit innerhalb weniger Millimeter sind seit langem bekannt und werden heute in grosser Zahl für unterschiedlichste Anwendungen, insbesondere im Vermessungs- und Bauwesen, eingesetzt. Zum Messen der Distanz wird von einer derartigen Vorrichtung ein
15 Sendebündel optischer Strahlen gegen das zu messende Objekt projiziert. Wenigstens ein Teil der Strahlen des Sendebündels wird vom Objekt reflektiert. Über eine Optik der Vorrichtung werden Strahlen eingesammelt, die am Objekt reflektierte Strahlen und störende Hintergrundstrahlen
20 umfassen, und von einem Empfänger der Vorrichtung in ein einziges elektrisches Signal umgewandelt, das ein den jeweiligen Strahlen zuordenbares Nutzsignal bzw. Hintergrundrauschen umfasst. Aufgrund der Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer Strahlen kann durch
25 Auswertung des elektrischen Signals die Distanz zum Objekt bestimmt werden.

In Abhängigkeit der jeweiligen Anwendung und des dabei erforderlichen Distanzbereichs wird auf unterschiedliche
30 Arten von Objekten gemessen.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

- 2 -

Auf ein Objekt, das die gesendeten Strahlen ungerichtet gestreut zur Vorrichtung zurück reflektiert, lassen sich einerseits Messungen der Distanz in einem Bereich von einigen Zentimetern bis zu einigen hundert Metern
5 durchführen. Ein solches Objekt weist typischer Weise eine natürlich raue Oberfläche auf. Die Distanz wird dabei durch den vom Sendebündel bestrahlten Bereich der Oberfläche bestimmt. Die Grösse des beleuchteten Bereichs bestimmt damit die örtliche Auflösung der Messung auf der Oberfläche
10 des streuend reflektierenden Objekts. Eine hohe örtliche Auflösung ist bei vielen Objekten eine Voraussetzung für eine genaue Messung. Je geringer die Divergenz des Sendebündels ist, umso kleiner ist der beleuchtete Bereich und umso höher ist - gemäss der DE 198 40 049 A1 - im
15 Allgemeinen die prinzipiell erreichbare Genauigkeit der Messung der Distanz auf ein gestreut reflektierendes Objekt.

Auf ein Objekt, das die gesendeten Strahlen gerichtet zur Vorrichtung zurück reflektiert, lassen sich andererseits
20 Distanzmessungen in einem weiten Bereich von einigen Zentimetern bis zu mehreren Kilometern durchführen. Ein gerichtet reflektierendes Objekt ist in der Praxis oft als Eckwürfelprisma aus geschliffenem Glas ausgebildet. Da ein solches Objekt eine um viele Grössenordnungen grössere
25 Retroreflektivität aufweist als ein gestreut reflektierendes Objekt, kann von der Vorrichtung nur das gerichtet reflektierende Objekt selektiv gemessen werden. Auf dieser Eigenschaft basieren heute auch automatische
Zielsucheinrichtungen vieler Vermessungsinstrumente. In an
30 sich bekannter Weise muss eine Vorrichtung zum Distanzmessen umso weniger exakt auf ein solches Objekt ausgerichtet sein, je grösser die Divergenz des Sendebündels ausgebildet ist. Ohne ein exaktes Ausrichten der Vorrichtung kann - gemäss

- 3 -

der DE 198 40 049 A1 - der Komfort beim Distanzmessen auf ein gerichtet reflektierendes Objekt, insbesondere bei nahen und mittleren Distanzen, erheblich gesteigert werden.

- 5 Bei derartigen Vorrichtungen sind zwei unterschiedliche Grundformen der Anordnung des Sendebündels relativ zum Empfangsbündel bekannt. Bei der monoaxialen Grundform ist ein gemeinsames Objektiv für das Empfangsbündel und das Sendebündel vorgesehen. Das Sendebündel ist heute in der
- 10 Regel mit Hilfe eines zentralen Reflexionselements innerhalb des Empfangsbündels angeordnet. Dafür ist zentrale Reflexionselement in der Regel auf der optischen Achse des gemeinsamen Objektivs angeordnet. Bei der biaxialen Grundform sind hingegen das Empfangsbündel und das
- 15 Sendebündel in einem Abstand zueinander angeordnet. Dabei ist für das Sendebündel und das Empfangsbündel jeweils separates Objektiv vorgesehen.

Gegenüber der jeweils anderen Grundform weisen beide

20 Grundformen Vor- und Nachteile auf, denen je nach Anwendung unterschiedliche Gewichtung zukommt.

Unabhängig von der Grundform kommt es jedoch bei derartigen Vorrichtungen, wenn keine speziellen Massnahmen getroffen

25 werden, beim Messen auf ein nahes Objekt zu einem Problem beim Detektieren der am Objekt reflektierten Sendestrahlen, da - unabhängig von der Grundform - ab einer gewissen Distanz die vom Empfänger umzuwandelnden, reflektierten Sendestrahlen umso weniger werden, je näher das Objekt bei

30 der Vorrichtung ist. Unterschreitet dabei das den reflektierten Sendestrahlen zugeordnete Nutzsignal eine kritische Stärke, so wird die Genauigkeit oder die Schnelligkeit der Messungen beeinträchtigt oder ein Messen

- 4 -

sogar ganz verunmöglicht.

Bei einer Vorrichtung von monoaxialer Grundform kann es aufgrund einer Abschattung durch das zentrale

5 Reflexionselement beim Messen auf ein nahes Objekt zu einem Problem beim Detektieren kommen. Durch das Reflexionselement wird wenigstens einem Teil der vom Objektiv eingesammelten, reflektierten Sendestrahlen der Weg zum Empfänger versperrt. Je näher das zu messende Objekt bei der Vorrichtung ist,

10 umso mehr wandern in der Brennebene des Objektivs die eingesammelten Sendestrahlen vom Zentrum gegen die Peripherie hin weg und können je nach Ausbildung des Empfängers für ein Umwandeln in ein elektrisches Signal verloren gehen. Sowohl bei Messungen auf ein nahes,

15 gerichtet reflektierendes Eckwürfelprisma, auf dessen Ecke das Sendebündel zentrisch ausgerichtet ist, als auch bei Messungen auf ein nahes, gestreut reflektierendes Objekt kann das Nutzsignal einen kritischen Wert unterschreiten. Zur Vermeidung einer solchen Unterschreitung sind

20 unterschiedliche Massnahmen bekannt.

Aus der DE 101 28 484 A1 ist ein Entfernungsmessgerät bekannt, das ein gemeinsames Objektiv, ein als kollimierter Laserstrahl ausgebildetes Sendebündel sowie ein koaxial dazu

25 angeordnetes Empfangsbündel aufweist. Eine Massnahme zur Überwindung des Abschattungsproblems sieht drei nebeneinander angeordnete Lichtleiter vor, deren unterschiedlich grosse Eintrittsflächen nebeneinander in der Brennebene des Objektivs angeordnet sind. Messungen auf

30 ferne Objekte ist dabei die grösste Eintrittsfläche zugeordnet. Die von den Lichtleitern weitergeleiteten Empfangsbündel werden über eine Sammellinse auf einen Detektor abgebildet. Das Empfangsbündel ist durch die drei

- 5 -

Eintrittsflächen derart ausgedehnt geformt, dass auch nahe und ferne Objektentfernungen gemessen werden können. Eine alternative Massnahme sieht einen einzigen Lichtleiter mit einer Eintrittsfläche gleicher Ausdehnung vor. Da im
5 Allgemeinen auch der Umfang störender Strahlen des Hintergrunds proportional zur Eintrittsfläche des Lichtleiters ist, ist davor eine Lichtabschirmmaske angeordnet, um das Verhältnis von reflektierten Sendestrahlen und störender Strahlen des Hintergrunds zu
10 verbessern. Die Maske weist eine zentrale Öffnung und mindesten eine seitliche Öffnung auf, deren Durchmesser im Vergleich zur zentralen Öffnung kleiner ausgebildet ist.

Aus der DE 696 08 066 T2 ist ein Abstandsmessgerät bekannt,
15 das ein gemeinsames Objektiv, ein als kollimierter Laserstrahl ausgebildetes Sendebündel sowie ein koaxial dazu angeordnetes Empfangsbündel aufweist. Zum Messen kleiner Abstände auf gestreut reflektierende Objekte ist eine Ablenkvorrichtung vorgeschlagen, die gestreut reflektiertes,
20 von der optischen Achse des Objektivs gewandertes Messlicht wieder gegen die Achse hin ablenkt. Das Vorsehen derartiger Ablenkvorrichtungen verursacht bei der Herstellung solcher Geräte entsprechende Kosten.

25 Bei einer Vorrichtung von biaxialer Grundform kommt es bei Messungen auf ein nahes Objekt aufgrund einer Parallaxe des zueinander beabstandeten Sende- und Empfangsbündels zu Problemen beim Detektieren. Je näher das zu messende Objekt bei der Vorrichtung ist, umso mehr wandert in der Brennebene
30 das Empfangsbündel weg von der optischen Achse des beabstandeten Sendebündels. Sowohl bei Messungen auf ein nahes, gerichtet reflektierendes Eckwürfelprisma, auf dessen Ecke das Sendebündel zentrisch ausgerichtet ist, als

- 6 -

auch bei Messungen auf ein nahes, gestreut reflektierendes Objekt kann das Nutzsignal den kritischen Wert unterschreiten. Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Massnahmen gegen eine solche

5 Unterschreitung bekannt.

Aus der WO 03 / 002 939 A1 ist eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung von biaxialer Grundform mit einem als kollimierten Laserstrahl ausgebildeten Sendebündel und

10 einem optischen Detektor bekannt, dessen lichtempfindliche Fläche tropfen- oder keilförmig ausgedehnt ausgebildet ist, damit sie einer Strahlverschiebung am Zielobjekt reflektierter Sendestrahlen auch bei kleiner werdenden Zielobjektabständen genügt. Dabei verjüngt sich die Fläche

15 in Richtung der Strahlverschiebung kleiner werdender Zielobjektabstände.

Aus der DE 43 16 348 A1 ist eine Vorrichtung zur Entfernungsmessung von biaxialer Grundform mit einer in der

20 Brennebene bewegbaren Lichtleitfaser bekannt, die dem Empfangsbündel der Vorrichtung in Abhängigkeit der Entfernung zum zu messenden Objekt nachgeführt wird. Diese Massnahme reduziert einerseits die Geschwindigkeit beim Messen und erfordert andererseits eine aufwändige

25 Konstruktion.

Aus der DE 692 25 811 T2 ist eine optische Radareinrichtung für Fahrzeuge bekannt, deren Sendeinrichtung mittels einer Halbleiter-Laserdiode und einer multifokalen Optik auch ein

30 dekolliertes Sendebündel von Laserstrahlen bereitstellt und damit einen Fahrbahnabschnitt für eine optische Abstandsbestimmung von Hindernissen ausleuchtet. Mit einer derartigen Vorrichtung können kurze bis mittlere Distanzen

- 7 -

auf Dezimeter genau bestimmt werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung Mängel des Standes der Technik zu beheben und eine einfache Vorrichtung zum Distanzmessen
5 bereitzustellen, mit der auf gerichtet oder gestreut reflektierende Objekte, die sich in einem weiten Bereich von nah bis fern zur Vorrichtung befinden, auf komfortable Weise genau gemessen werden kann.

10 Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 4 gelöst.

Beim Messen von Distanzen zu fernen und nahen Objekten werden von einer erfindungsgemässen Vorrichtung modulierte
15 Laserstrahlen ausgesendet, die an den Objekten reflektiert werden. Die Vorrichtung weist ein Objektiv, Mittel zum Auswählen von Strahlen und einen Empfänger auf. Über das Objektiv werden Strahlen eingesammelt, die neben an den Objekten reflektierten Laserstrahlen auch
20 Hindergrundstrahlen umfassen. Aus einem Bündel eingesammelter Strahlen werden über die Mittel diejenigen Strahlen ausgewählt, die einem zusammenhängenden Querschnittsbereich des Bündels angehören. Dabei weist der Querschnittsbereich einen ersten und wenigstens einen zweiten
25 Abschnitt auf, wobei dem ersten von einem fernen und dem wenigstens zweiten Abschnitt von einem nahen Objekt reflektierte Laserstrahlen zugeordnet sind, und wobei über den zweiten Abschnitt nur ein Bruchteil der eingesammelten, vom nahen Objekt reflektierten Laserstrahlen ausgewählt
30 wird. Über den Empfänger werden ausgewählte Strahlen des Bündels in ein einziges elektrisches Signal umgewandelt, über das mit Hilfe der Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer Strahlen die Distanz bestimmbar ist. Gemäss der Erfindung

- 8 -

sind die Mittel derart ausgebildet sind, dass der wenigstens eine zweite zumindest die Ausdehnung des ersten Abschnitts aufweist. Dadurch kann das Bündel ausgewählter Strahlen ausserhalb der Vorrichtung derart geformt werden, dass
5 einerseits für ein komfortables Messen zum nahen Objekt ausreichend reflektierte Sendestrahlen umgewandelt werden und andererseits - insbesondere beim Messen auf ferne Objekte - das Hintergrundrauschen reduziert wird, wodurch der Messbereich der Vorrichtung ausgedehnt werden kann.

10

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine vorstehend genannte Vorrichtung bereitzustellen, das einen stetigen Verlauf des Nutzsignals mit kleinen Unterschieden in der Stärke des Nutzsignals über den Distanzmessbereich aufweist.

15 Dies kann erreicht werden, indem bei der Ausbildung der Verjüngung - ausgehend vom zweiten zum ersten Abschnitt - die zunehmende Intensität der am zunehmend näheren Objekt reflektierten, eingesammelten Laserstrahlen Berücksichtigung findet.

20

Zudem soll eine Vorrichtung zum Distanzmessen so weitergebildet werden, dass die Vorrichtung in einem Fernrohr eines Theodoliten integriert werden kann.

25 Weitere alternative oder vorteilhafte Aus- bzw. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Merkmalen der abhängigen Patentansprüche beschrieben.

Nachstehend wird die Erfindung anhand der Figuren rein
30 beispielhaft näher erläutert. Gleiche Gegenstände in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen, welche dieselben Funktionen ausüben, sind nachstehend mit gleichen

Bezeichnungen und Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematisch dargestellte Messanordnung mit einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer
5 erfindungsgemässen Vorrichtung von monoaxialer Grundform coaxial integriert in ein Fernrohr in Seitenansicht,
- Figur 2 eine vergrösserte Detailansicht erster Mittel zum
10 Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 1 und ein Bündel projizierter Strahlen in Seitenansicht,
- Figur 3 eine vergrösserte Detailansicht der ersten Mittel
15 aus Figur 2 in Draufsicht,
- Figur 4 einen Querschnitt durch das projizierte Strahlenbündel,
- 20 Figur 5 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten - der Figur 3 entsprechend - denen unterschiedliche Distanzen zum gerichtet reflektierenden Objekt zugrunde liegen,
- 25 Figur 6 eine diagrammatische Gegenüberstellung des Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis eines elektrischen Signals dreier unterschiedlicher Vorrichtungen in Abhängigkeit der Distanz,
- 30 Figur 7 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten - der Figur 3 entsprechend - bei jeweils unterschiedlichen Distanzen zu einem gestreut

- 10 -

reflektierenden Objekt,

- Figur 8 zweite Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einer
Zylinderlinse vor der Eintrittsfläche einer
Lichtleitfaser,
- Figur 9 dritte Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einem
Lichteinfangtrichter vor der Eintrittsfläche einer
Lichtleitfaser,
- Figur 10 vierte Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einem
zusammen gequetschten Endstück einer
Lichtleitfaser,
- Figur 11 eine schematisch dargestellte Messanordnung mit
einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer
erfindungsgemässen biaxialen Vorrichtung von
biaxialer Grundform in Seitenansicht,
- Figur 12 eine vergrösserte Detailansicht fünfter Mittel zum
Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 11
in Draufsicht,
- Figur 13 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten auf
einen Detektor in der Brennebene des
Empfangsobjektivs der Vorrichtung aus Figur 11 bei
jeweils unterschiedlichen Distanzen zu einem
gerichtet reflektierenden Objekt und
- Figur 14 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten auf
einen Detektor in der Brennebene des
Empfangsobjektivs der Vorrichtung aus Figur 11 bei
jeweils unterschiedlichen Distanzen zu einem

- 11 -

gestreut reflektierenden Objekt.

Figur 1 zeigt eine Messanordnung mit einem gerichtet
reflektierenden Objekt und einer erfindungsgemässen
5 Vorrichtung zum Messen der Distanz von monoaxialer
Grundform, die in einem schematische dargestellten Fernrohr,
beispielsweise eines Theodoliten, coaxial integriert ist.

Das gerichtet reflektierende Objekt ist hier als
10 Eckwürfelprisma 8 ausgebildet und befindet sich in einer
veränderlichen Distanz d zur Vorrichtung. Das Objekt kann
zwischen einer nahen Distanz, von beispielsweise einem
Meter, bis zu einer fernen Distanz, von beispielsweise einem
Kilometer, von der Vorrichtung entfernt sein. Rein
15 beispielhafte, schematische Darstellungen von Strahlen in
den Figuren 1, 2 und 3 basieren auf einer nahen Distanz d
von etwa einem Meter. Die Vorrichtung zum Messen ist hier
derart im Fernrohr integriert, dass ein Bündel von der
Vorrichtung modulierter und zum Eckwürfelprisma 8
20 ausgesendeter Laserstrahlen 1 coaxial zur Ziellinie der
Vorrichtung ist.

In dieser Messanordnung wird das Eckwürfelprisma 8
koinzidierend angemessen. Dabei ist die Ziellinie der
25 Vorrichtung auf das Reflexionszentrum des
Eckwürfelprismas 8, das durch dessen Ecke gebildet wird,
ausgerichtet. Die ausgesendeten Laserstrahlen 1 werden hier
in an sich bekannter Weise am Eckwürfelprisma 8
punktsymmetrisch zur Achse des Bündels reflektiert. Dabei
30 entspricht die Divergenz des Bündels von reflektierten
Laserstrahlen 3 der Divergenz des Bündels von ausgesendeten
Laserstrahlen 1.

- 12 -

Das Fernrohr mit integrierter Vorrichtung zum Messen der Distanz weist hier eine Laserdiode 25, ein zentrales Reflexionselement 21 von rechteckigem Querschnitt, ein Objektiv 2, einen wellenlängenselektiven Spiegel 24, eine Blende 12, eine Zentrierfassung 26, eine zylindrische Multimode-Lichtleitfaser 10, einen Empfänger 7, und ein Okular 23 auf.

Die Emissionsfläche der Laserdiode 25 zum Erzeugen modulierter Laserstrahlen ist hier wesentlich vor der senderseitigen Brennebene des Objektivs 2 angeordnet, wodurch die ausgesendeten Laserstrahlen 1 in Form eines dekollierten Bündels mit einer wesentlichen Divergenz auf das Eckwürfelprisma 8 projiziert werden. Die einzelnen Teilbündel des dekollierten Bündels weisen dabei unterschiedliche Divergenzwinkel auf, die im Wesentlichen proportional zum Relativwinkel der Ausbreitungsrichtung des jeweiligen Teilbündels zur Achse des dekollierten Bündels sind. Die Divergenz der Teilbündel nimmt dabei ausgehend von der Achse des dekollierten Bündels, wo die Ausbreitung des Lichtes im Wesentlichen parallel zur Achse verläuft, quer zur Achse stetig zu. Sie weist hier am Rand des Bündels von ausgesendeten Laserstrahlen 1 eine Divergenz von etwa fünf Millirad auf. Wenigstens ein Teil der ausgesendeten Laserstrahlen 1 wird am Eckwürfelprisma 8 reflektiert.

Vom Objektiv 2 werden Strahlen eingesammelt, die wenigstens einen Teil der am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 sowie Hintergrundstrahlen 28 umfassen. Bei der in den Figuren 1, 2 und 3 vorgesehenen Distanz d von einem Meter wird das gesamte dekollierte Bündel ausgesendeter Laserstrahlen 1 am Eckwürfelprisma 8 zurück reflektiert und das gesamte dekollierte Bündel

- 13 -

reflektierter Laserstrahlen 3 eingesammelt. Nicht alle eingesammelten Strahlen können das zentrale Reflexionselement 21 aufgrund dessen Anordnung hier passieren.

5

Der Anteil der von an einem Objekt reflektierten, ausgesendeten Strahlen, die ein zentrales Reflexionselement passieren können, werden im Wesentlichen von der Art und Weise der Reflexion des Objekts, von der Divergenz
10 ausgesendeter Strahlen, und nicht zuletzt von der Distanz des Objekts zur Vorrichtung bestimmt.

Die reflektierten Laserstrahlen 3, die das Reflexionselement 21 passiert haben, werden vom
15 wellenlängenselektiven Spiegel 24 zurück gespiegelt, von der Rückseite des zentralen Reflexionselements 21 umgelenkt und auf die Blende 12 projiziert. Wenigstens ein Teil der projizierten Strahlen wird über die Lichtleiterfaser 10 zum Empfänger 7 weitergeleitet und dort in ein elektrisches
20 Signal umgewandelt, aufgrund dessen dann in an sich bekannter Weise die gesuchte Distanz bestimmt wird. Auch bei Figur 1 entsprechenden Vorrichtungen mit einem dekollierten Bündel von ausgesendeten Laserstrahlen 1 können bei Messungen auf Objekte in sehr nahen Distanzen d
25 Probleme auftreten, wenn reflektierte Laserstrahlen 3 nicht in einem für ein schnelles und sicheres Messen ausreichenden Masse zum Empfänger 7 gelangen können.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Detailansicht erster Mittel
30 zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 1 und ein schematisch dargestelltes Bündel darauf projizierter Strahlen in Seitenansicht. Die ersten Mittel zum Auswählen von Strahlen weisen hier ein Endstück der

- 14 -

Lichtleiterfaser 10 und die Blende 12 auf. Die Blende 12 wird von der Zentrierfassung 26 knapp über der Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10 in der empfängerseitigen Brennebene 20 gehalten. Das Bündel auf die 5 Blende 12 projizierten Strahlen enthält am Eckwürfelprisma 8 aus Figur 1 reflektierte Laserstrahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28, die eingesammelt, gespiegelt und umgelenkt wurden. Dabei liegen die reflektierten Laserstrahlen 3 in Form eines dekollierten Bündels mit 10 einem gemeinsamen Sammelpunkt 29 vor, der hinter der empfängerseitigen Brennebene 20 hier im Endstück der Lichtleitfaser 10 liegt. Die Blende 12 weist eine längliche Blendenöffnung 13 auf, deren Öffnungsquerschnittsfläche in Figur 3 sichtbar ist.

15

Figur 3 zeigt eine vergrößerte Detailansicht der ersten Mittel aus Figur 2 mit Teilen der Blende 12, der Lichtleitfaser 10 und der Zentrierfassung 26 zusammen mit einem schematisch dargestellten Abbild des Bündels 20 projizierter Strahlen in Draufsicht. Das in Figur 2 dargestellte Bündel projizierter Strahlen umfasst reflektierte Strahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28, die - wie aus Figur 1 ersichtlich - vom Objektiv 2 eingesammelt und von der Rückseite des zentralen Reflexionselements 21 25 umgelenkt wurden. Die Blendenöffnung 13 der Blende 12 ist hier konzentrisch zur Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 angeordnet und weist eine zusammenhängende, längliche Querschnittsfläche auf, dessen beide Endabschnitte jeweils beidseitig Verbreiterungen aufweisen. Durch die 30 Blendenöffnung 13 hindurch sind hier ein Teil der Zentrierfassung 26 und ein Teil der Eintrittsfläche der zylindrischen Lichtleiterfaser 10 sichtbar. Der Rand der Eintrittsfläche, der hier nicht sichtbar ist, ist durch eine

- 15 -

punkt-strichlierte Linie dargestellt.

Ein Teil des Bündels projizierter Strahlen wird an der Blende 12 abgeblockt. Der andere Teil des Bündels kann über
5 die zusammenhängende, längliche Blendenöffnung 13 der Blende 12 hindurch treten. Ein wesentlicher Teil davon trifft auf die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10. Auf diese Art und Weise werden aus dem Bündel projizierter Strahlen die Strahlen aus einem bestimmten Bereich des
10 Querschnitts des Bündels ausgewählt.

Da - wie aus Figur 1 ersichtlich - der grösste Teil der eingesammelten, am nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 das in diesem Ausführungsbeispiel rechteckig
15 geformte, zentrale Reflexionselement 21 nicht passieren kann, bilden die passierenden reflektierten Laserstrahlen 3 einen schmalen, rechteckigen Rahmen 30, der hier über eine Vielzahl von Punkten schematisch dargestellt ist. Die Form des Rahmens 30 wird hier insbesondere durch die Form des
20 zentralen Reflexionselements 21, durch die Distanz zum Eckwürfelprisma 8 und vom Ausmass der Dekollimation des Bündels bestimmt. Da ausgesendete Laserstrahlen 1 durch das Eckwürfelprisma 8 gerichtet zurück reflektiert werden, ist der Rahmen 30 relativ scharf abgegrenzt.

25

Eingesammelte Hintergrundstrahlen 28 aus Figur 1 und 2 befinden sich innerhalb eines Bereiches, dessen Begrenzung in Figur 3 durch eine strichlierte Kreislinie 31 dargestellt ist. Die Form und Ausdehnung dieses Bereichs wird hier unter
30 anderem durch das Objektiv 2 bestimmt. Wie aus Figur 2 ersichtlich, können über die Blende 12 und die Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10 neben den am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 auch

- 16 -

Hintergrundstrahlen 28 ausgewählt und dann weitergeleitet werden.

Figur 4 zeigt einen in der Brennebene 20 aus Figur 2
5 liegenden Querschnitt durch das Bündel von Strahlen, die auf die Blende 12 projiziert werden. Die strichlierte Kreislinie 31 begrenzt den Querschnitt des Bündels. Aus dem Bündel projizierter Strahlen werden - wie aus Figur 3 zu
10 die Blendenöffnung 13 bzw. die Eintrittsfläche Strahlen eines zusammenhängenden ersten Querschnittsbereichs 34 ausgewählt. Dabei entspricht der erste Querschnittsbereich 34 mit den ausgewählten Strahlen hier
15 der gemeinsamen Schnittfläche der Querschnittsfläche der Blendenöffnung 13 und der Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10.

Der zusammenhängende erste Querschnittsbereich 34 weist hier in der Mitte einen ersten Abschnitt 5 und an den beiden
20 Enden jeweils einen zweiten Abschnitt 6 auf. Die beiden zweiten Abschnitte 6 weisen - entsprechend den Verbreiterungen der Blendenöffnung 13 aus Figur 3 - eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt 5 auf. Dennoch wird über die zweiten Abschnitte nur ein Bruchteil der
25 eingesammelten, vom nahen Objekt reflektierten Laserstrahlen ausgewählt.

Wie aus Figur 1 und 3 zu ersehen, befinden die ausgewählten, von einem nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Strahlen 3
30 innerhalb jeweils eines der beiden zweiten Abschnitte 6. Die ausgewählten Strahlen, die neben reflektierten Laserstrahlen 3 auch Hintergrundstrahlen 28 enthalten, werden über die Lichtleiterfaser 10 zum Empfänger 7

- 17 -

weitergeleitet. Die ausgewählten Strahlen werden hier vom Empfänger 7 in ein elektrisches Signal umgewandelt, das neben einem eigentlich gewünschten Nutzsignal, das am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Strahlen 3 zuordenbar ist, ein störendes Hintergrundrauschen aufweist, das den Hintergrundstrahlen 28 zuordenbar ist. Je kleiner das Verhältnis des Nutzsignals zum Hintergrundrauschen - die so genannte Signal-to-Noise-Ratio SNR - ist, umso geringer ist im Allgemeinen die von der Vorrichtung maximal messbare Distanz d.

Figur 5 zeigt eine Gegenüberstellung von vier der Figur 3 entsprechenden, unterschiedlichen Draufsichten, wobei je nach Draufsicht die Distanz d des Eckwürfelprismas 8 aus Figur 1 einen Wert von in etwa einem, fünf, zwanzig oder grösser einhundert Metern aufweist.

Alle vier Draufsichten zeigen die nur teilweise sichtbare Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 und die Blendenöffnung 13, die in der empfängerseitigen Brennebene 20 aus Figur 2 liegt. Jede Draufsicht zeigt auf die Blende 12 aus Figur 3 projizierte, eingesammelte Strahlen mit in Form eines dekollierten Bündels vorliegenden, reflektierten Laserstrahlen 3. Da in Figur 1 ausgesendete Laserstrahlen 1 am Eckwürfelprisma 8 gerichtet reflektiert werden, sind hier die projizierten Abbilder der reflektierten Laserstrahlen 3 relativ scharf abgegrenzt.

Der ersten Draufsicht liegt - gleich wie in Figur 3 - die nahe Distanz d aus Figur 1 von etwa einem Meter zugrunde. Die reflektierten Laserstrahlen 3 bilden dabei den schmalen rechteckigen Rahmen 30 aus Figur 3. Die beiden vertikalen und horizontalen Rahmenteile weisen dabei nur eine Breite im

- 18 -

Bereich von einigen wenigen Hundertsteln Millimetern auf. Die relativ grosse Erstreckung der Eintrittsfläche der zylindrischen Lichtleitfaser 10 mit einem einen Durchmesser von typischer Weise einem Viertel bis einem ganzen
5 Millimeter ermöglicht hier zusammen mit der länglichen Erstreckung der Blendenöffnung 13, dass selbst weit vom Zentrum entfernte, reflektierte Laserstrahlen 3 - von Messungen auf nahe Eckwürfelprismen - zum Empfänger gelangen können. Da zudem die beiden horizontalen Rahmenteile
10 reflektierter Laserstrahlen 3 hier in den Verbreiterungen der Blendenöffnung 13 zu liegen kommen, können zusätzlich reflektierten Laserstrahlen 3, die das zentrale Reflexionselement passieren konnten, in die Eintrittsfläche eintreten und auf diese Weise ausgewählt werden. Dadruch
15 können auch nahe Distanzen d zuverlässig und schnell gemessen werden.

Der zweiten Draufsicht liegt eine mittlere Distanz d von etwa fünf Metern zugrunde. Die reflektierten Laserstrahlen 3
20 bilden einen halbrunden Rahmen 32 mit wesentlich breiteren Rahmenteilen, da die rechteckige Ausnehmung im Zentrum nur mehr ein Bruchteil der Rahmenfläche ausmacht. Die vertikalen Rahmenteile weisen an deren Aussenseite eine Rundung auf, da nicht mehr das gesamte dekollierte Bündel ausgesendeter
25 Laserstrahlen vom Eckwürfelprisma aus einer Distanz d von etwa fünf Metern gerichtet zurück reflektiert wird. Obwohl die breiten horizontalen Rahmenteile hier in einem Abschnitt ohne Verbreiterung zu liegen kommen, enthalten sie ausreichend reflektierte Laserstrahlen 3, um Messungen
30 sicher und schnell durchführen zu können.

Je grösser die Distanz d zum Eckwürfelprisma 8 aus Figur 1 gewählt wird, umso kleiner wird das projizierte Bild mit der

- 19 -

rechteckigen Ausnehmung des dekollierten Bündels
reflektierter Laserstrahlen 3.

Der vierten Draufsicht liegt eine ferne Distanz d von
5 grösser einhundert Metern zugrunde. Der Querschnitt des
dekollierten Bündel eingesammelter und reflektierter
Laserstrahlen 3 bildet hier in der empfängerseitigen
Brennebene 20 aus Figur 1 eine Kreisfläche 33, die im
Zentrum nach wie vor eine rechteckige, in Figur 5 nicht mehr
10 sichtbare Ausnehmung aufweist. Die Kreisfläche 33 - mit vom
fernen Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 -
liegt zur Gänze innerhalb des ersten Abschnitts 5 des
Querschnittsbereichs 34 aus Figur 4. Die Kreisfläche 33
weist einen Durchmesser von etwa einem Zwanzigstel
15 Millimeter auf. Damit kann das gesamte dekollierte Bündel
reflektierter Laserstrahlen 3 durch den Mittenabschnitt der
Blendeöffnung 13 - der hier dem ersten Abschnitt 5 aus
Figur 4 entspricht - hindurch treten. Die Ausdehnung des
Mittenabschnitts sollte zumindest diejenige der
20 Kreisfläche 33 aufweisen.

In der Praxis wird die Ausdehnung des Mittenabschnitts der
Blendenöffnung 13 mit Vorteil in etwa doppelt so gross wie
die Ausdehnung des betreffenden Querschnitts des
25 dekollierten Bündels von einem fernen Eckwürfelprisma 8
reflektierter Laserstrahlen 3 gewählt.

Gleichzeitig werden ein Grossteil der in Figur 2
dargestellten, in Richtung Eintrittsfläche projizierten
30 Hintergrundstrahlen 28 durch die Blende 12 abgeblockt und
können so nicht mehr durch die Blendeöffnung 13 in die
Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 eintreten. Dadurch
kann das Verhältnis zwischen den Hintergrundstrahlen 28 und

- 20 -

den am Eckwürfelprisma reflektierten Laserstrahlen 3 verbessert werden, da diese im Gegensatz zu den Hintergrundstrahlen 28 alle in die Eintrittsfläche eintreten können. Dies ist insbesondere für Messungen auf ferne
5 Objekte von Vorteil.

Figur 6 zeigt eine rein schematische, diagrammatische Gegenüberstellung dreier Kurven SNR-1, SNR-2 und SNR-3, welche jeweils in Abhängigkeit der Distanz d den Verlauf des
10 Nutzsinal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR dreier elektrischer Signale darstellen, die drei unterschiedlichen Vorrichtungen zuordenbar sind. Der rechnerischen Bestimmung des jeweiligen Nutzsinal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR, liegt die Messanordnung aus Figur 1 zugrunde. Auf der
15 Abszisse der diagrammatischen Gegenüberstellung ist logarithmisch die Distanz d des Eckwürfelreflektors 8 von der Vorrichtung in Metern aufgetragen. Auf der Ordinate ist der zugeordnete Wert des Nutzsinal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR aufgetragen.

20

Der Verlauf des Nutzsinal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR des vom Empfänger 7 aus Figur 1 erzeugten, elektrischen Signals hängt sehr stark von der jeweiligen Ausbildung und Dimensionierung der Teile der Vorrichtung zum Messen der
25 Distanz ab. Insbesondere die Gestaltung des Empfängers und ein Vorsehen von Mitteln zum Auswählen können dabei einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf haben.

Die als durchgehende Linie dargestellte erste Kurve SNR-1
30 ist der erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz aus den Figuren 1 bis 5 zugeordnet, bei welcher die ersten Mittel - die Blende 12 in Kombination mit der grossflächigen, dicken Lichtleitfaser 10 - zum Auswählen von

- 21 -

Strahlen vorgesehen sind. Da sich die längliche
Blendenöffnung 13 quer über die Eintrittsfläche der dicken
Lichtleitfaser 10 erstreckt, können auch am nahen
Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 in
5 ausreichender Anzahl in die Lichtleitfaser eintreten. Dank
den Verbreiterungen an den Enden der Blendenöffnung 13,
können in ausreichendem Umfang reflektierte Laserstrahlen 3
in die Lichtleitfaser 10 eintreten. Ein ausreichend hohes
Nutzsinal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR von über
10 einhundert ermöglicht zuverlässige Messungen auch auf
Objekte in Distanzen d deutlich unterhalb einem Meter. Da
zudem der erste Querschnittsbereich 34 aus Figur 4 im
Vergleich zur Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 klein
ist, wird ein wesentlicher Teil des Hintergrundlichts 28
15 abgeblockt. Insbesondere bei Messungen auf ferne Objekte
kann ein dominanter Teil der Hintergrundstrahlen 28 von der
Blende 12 abgeblockt werden, wodurch das Nutzsinal-
Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR beim Messen auf Objekte
ab einer bestimmten Distanz - im Vergleich zu einer
20 Vorrichtung ohne Mittel zum Auswählen von Strahlen -
deutlich erhöht wird. Dank den Mitteln kann hier sowohl in
der Nähe zuverlässig und schnell gemessen als auch der
Distanzbereich für Messungen auf ferne Objekte ausgeweitet
werden.

25

Die als punkt-strichlierte Linie dargestellte zweite
Kurve SNR-2 ist einer an sich bekannten, modifizierten
Vorrichtung zugeordnet, bei der im Gegensatz zur
erfindungsgemässen Vorrichtung der Figuren 1 bis 5 keine der
30 Eintrittsfläche vorgelagerte Blende 12 vorgesehen ist und
nur eine der dicken Lichtleitfaser 10 aus Figur 1
vergleichbare Lichtleitfaser aufweist. Mit der modifizierten
Vorrichtung lassen sich gleichfalls Distanzen deutlich

- 22 -

- unterhalb eines Meters auf gerichtet reflektierende Objekte mit einem vergleichbaren Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR zuverlässig und komfortabel messen. Hingegen ist beim Messen auf Objekte oberhalb einer gewissen
- 5 Distanz d durch die fehlenden Blende 12 das Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR deutlich niedriger, wodurch die maximal messbaren Distanzen d auf Objekte deutlich reduziert werden.
- 10 Die als strichlierte Linie dargestellte dritte Kurve SNR-3 ist einer weiteren modifizierten Vorrichtung zum Messen der Distanz zugeordnet, die im Gegensatz zur modifizierten Vorrichtung eine vergleichsweise dünne, zylindrische Lichtleitfaser aufweist. Der Durchmesser der dünnen
- 15 Lichtleitfaser ist dabei für die vergleichende Darstellung von Figur 6 derart gewählt, dass die Eintrittsfläche der dünnen Lichtleitfaser in etwa der Fläche des von der Blende 12 nicht abgeschatteten Teils der Eintrittsfläche der dicken Lichtleitfaser 10 aus Figur 3 entspricht.
- 20 Über den - im Vergleich zu den zwei vorstehenden Ausführungsformen - kleineren Durchmesser können weniger vom nahen Objekt reflektierte Strahlen in die dünne Lichtleitfaser eintreten. Der in Richtung naher Distanzen d
- 25 steil abfallende Verlauf der dritten Kurve SNR-3 verunmöglicht hier sogar zuverlässige Messungen auf Objekte in Distanzen deutlich unterhalb einem Meter. Durch die von dem zentralen Reflexionselement abgeblockten, am nahen Objekt reflektierten Strahlen hat die dünnere Lichtleitfaser
- 30 mit deren kleiner Ersteckung beim Messen auf nahe Objekte deutliche Nachteile. Beim Messen auf ferne Objekte entspricht ab einer bestimmten Distanz die dritte Kurve SNR-3 hingegen der ersten Kurve SNR-1 der erfindungsgemässen

- 23 -

Vorrichtung. Damit kann zumindest auf weit fernte Objekte zuverlässig gemessen werden.

Ein weiterer Vorteil einer erfindungsgemässen Vorrichtung, beispielsweise mit einer Blende 12 und dicken Lichtleitfaser 10, ist die - im Vergleich zu den zwei modifizierten Vorrichtungen - kleinere Signalvariation beim Messen auf Objekte in unterschiedlichen Distanzen von nah bis fern. Dies gilt insbesondere im Übergangsbereich zwischen nahen und fernen Objekten. Diese geringeren Unterschiede erlauben die Verwendung einfacherer elektro-optischer Einrichtungen zum Umwandeln ausgewählter Strahlen in elektrische Signale.

15 Figur 7 zeigt eine - der Figur 5 entsprechende - Gegenüberstellung von vier unterschiedlichen Draufsichten, wobei hier mit der erfindungsgemässen Vorrichtung im Gegensatz zu Figur 5 nicht auf das Eckwürfelprisma 8 aus Figur 1, sondern auf ein gestreut reflektierendes Objekt mit einer natürlich rauen Oberfläche gemessen wird, das jeweils

20 entsprechend der Figur 5 zur Vorrichtung beabstandet ist.

In der jeweiligen Draufsicht werden die eingesammelten, an der rauen Oberfläche gestreut reflektierten Laserstrahlen auf die Blende 12 in der Brennebene 20 aus Figur 3 fokussiert. Da in Form eines dekollierten Bündels ausgesendete Laserstrahlen 1 aus Figur 1 durch die raue Oberfläche gestreut reflektiert werden, sind die projizierten Abbilder der eingesammelten, gestreut

30 reflektierten Laserstrahlen an deren Aussen- und Innenrand diffus unscharf abgegrenzt.

- 24 -

Der ersten Draufsicht liegt - entsprechend der Figur 5 - die nahe Distanz d von etwa einem Meter aus Figur 1 zugrunde. Die gestreut reflektierten Laserstrahlen füllen den durch die strichlierte Kreislinie 31 aus Figur 3 und 4 begrenzten Bereich für eingesammelte Strahlen mit Ausnahme einer rechteckigen Ausnehmung im Zentrum aus. Viele der an der rauen Oberfläche reflektierten Laserstrahlen, die das zentrale Reflexionselement passieren konnten, treten in die Eintrittsfläche ein und werden ausgewählt, so dass auch nahe Distanzen zuverlässig und schnell gemessen werden können.

Je grösser die Distanz zum Objekt mit der natürlich rauen Oberfläche gewählt wird, umso kleiner wird das Abbild reflektierter Laserstrahlen mit einer - im Vergleich zu Figur 5 ebenfalls kleineren - rechteckigen Ausnehmung.

Der vierten Draufsicht liegt eine ferne Distanz d von grösser einhundert Metern zugrunde. Der Querschnitt reflektierter und eingesammelter Laserstrahlen bildet hier in der empfängerseitigen Brennebene nur mehr eine punktförmige Fläche 35, die einen Durchmesser im Bereich von wenigen Mikrometern und im Zentrum praktisch keine Ausnehmung mehr aufweist.

Die hier für ein Messen auf gerichtet reflektierende Objekte optimierte Form der Blendenöffnung 13 ermöglicht es auch bei Messungen auf gestreut reflektierende Objekte einerseits die Variation des elektrischen Signals zwischen nahen und fernen Objekten zu reduzieren und andererseits auf nahe Objekte sicher und zuverlässig zu messen. Wie aus der ersten Draufsicht aus Figur 7 ersichtlich kann durch die beiden Verbreiterungen der Blendenöffnung 13 die mit abnehmender Distanz zunehmende Abschattung teilweise kompensiert werden.

Eingesammelte in Richtung der Eintrittsfläche projizierte Hintergrundstrahlen 28 werden durch die Blendendöffnung 13 umgebende Blende 12 aus Figur 3 hier zu einem wesentlichen Teil abgeblockt und können so nicht mehr in die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 eintreten. Damit kann auch beim Messen an gestreut reflektierenden Objekten das Verhältnis zwischen gestreut reflektierten Laserstrahlen und Hintergrundstrahlen über die Blende 12 gesteigert werden. Dies ist insbesondere für Messungen auf ferne Objekte von Vorteil.

Figur 8 zeigt einen schematisch dargestellten Teil des Bündels projizierter Strahlen aus Figur 2 und zweite Mittel einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Auswählen von Strahlen des Bündels in einer Schrägansicht. Die dicke Lichtleitfaser 10 aus Figur 2 und eine Zylinderlinse 36, die anstatt der Blende 12 aus Figur 2 oberhalb deren Eintrittsfläche angeordnet ist, bilden hier die zweiten Mittel zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden zweiten Querschnittsbereichs 37 des Querschnitts des Bündels projizierter Strahlen. Der zweite Querschnittsbereich 37 umfasst von der Vorrichtung ausgesendete, an einem Objekt reflektierte Laserstrahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28 aus Figur 1, die vom Objektiv 2 eingesammelt wurden. Die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 ist mit Vorteil zwischen der Zylinderlinse 36 und deren Brennpunkt angeordnet.

Ein hier nicht dargestellter Teil des Bündels projizierter Strahlen geht entweder an der Zylinderlinse 36 vorbei oder trifft auf diese und verfehlt jedoch die Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10. Ein hier schematisch dargestellter

- 26 -

anderer Teil des Bündels projizierter Strahlen trifft auf die Zylinderlinse 36, wird von dieser in Richtung der Eintrittsfläche gebrochen, kann in die Lichtleitfaser 10 eintreten und zum Empfänger weitergeleitet werden. Durch
5 eine solche Kombination einer Zylinderlinse 36 und der Lichtleitfaser 10 werden aus dem eingesammelten, projizierten Bündel Strahlen aus einem bestimmten Bereich des Querschnitts des Bündels ausgewählt.

10 Der durch die zweiten Mittel ausgewählte zusammenhängende zweite Querschnittsbereich 37 weist eine längliche Form mit einer einzigen im Wesentlichen konstanten Ausdehnung über dessen Längsersteckung auf. Die beiden Enden sind bedingt durch die zylindrische Lichtleitfaser 10 jeweils mit einer
15 Rundung versehen. Neben den Einfallswinkeln der projizierten Strahlen wird die Länge und die Ausdehnung in der Breite des Querschnittsbereichs 37 im Wesentlichen von der Brechkraft der Zylinderlinse 36 bzw. vom Durchmesser der Lichtleitfaser 10 bestimmt.

20

Der zweite Querschnittsbereich 37 weist hier - vergleichbar dem ersten Querschnittsbereich 34 aus Figur 4 - in der Mitte einen ersten Abschnitt 5 und an den beiden Enden jeweils einen zweiten Abschnitt 6 auf. Im Gegensatz zu Figur 4
25 weisen die beiden zweiten Abschnitte 6 hier dieselbe Ausdehnung wie der erste Abschnitt 5 auf.

Je nach Ausbildung erfindungsgemässer Vorrichtungen können ausgewählte Querschnittsbereiche von Vorteil sein, die auch
30 mehr wie zwei zweite Abschnitte aufweisen. Diese können beispielsweise sternförmig oder in Form eines vierblättrigen Kleeblatts um den ersten Abschnitt herum angeordnet sein.

- 27 -

Figur 9 zeigt dritte Mittel zum Auswählen von Strahlen einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz in einer Schrägansicht.

- 5 Die Lichtleitfaser 10 und ein als Lichteinfang wirkendes, trichterförmiges Bauteil 38 aus Glas oder optisch transparentem Kunststoff, das anstatt der Zylinderlinse 36 oberhalb deren Eintrittsfläche angeordnet ist, bilden hier die dritten Mittel zum Auswählen von Strahlen eines
- 10 zusammenhängenden Querschnittsbereichs eines Bündels eingesammelter Strahlen. Die Eintrittsseite des trichterförmigen Bauteils 38 wird in einer erfindungsgemässen Vorrichtung - entsprechend der Blende 12 aus Figur 2 - in der empfängerseitigen Brennebene 20
- 15 angeordnet. Das trichterförmige Bauteil 38 kann gegebenenfalls zusätzlich wenigstens teilweise verspiegelt sein. Da der vom trichterförmigen Bauteil 38 ausgewählte Querschnittsbereich im Wesentlichen dem ersten Querschnittsbereich aus Figur 4 entspricht, weist es eine
- 20 der Blende 12 aus Figur 3 vergleichbare Wirkung auf.

- Figur 10 zeigt vierte Mittel zum Auswählen von Strahlen einer erfindungsgemässen Vorrichtung in einer Schrägansicht, die von einem trichterförmig zusammen gequetschten
- 25 Endstück 39 einer Lichtleitfaser gebildet werden. Die deformierte Eintrittsfläche des zusammen gequetschten Endstück 39 wird in einer erfindungsgemässen Vorrichtung - entsprechend der Blende 12 aus Figur 2 - in der empfängerseitigen Brennebene 20 angeordnet. Die Form der
- 30 deformierten Eintrittsfläche und die Form der Blendenöffnung 13 bzw. des Eintrittsseite des trichterförmigen Bauteils 38 aus Figur 9 weisen eine vergleichbare Wirkung auf.

Figur 11 zeigt eine der Figur 1 entsprechende Messanordnung mit einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz von
5 biaxialer Grundform.

Wie in Figur 1 wird hier auf ein als Eckwürfelprisma 8 ausgebildetes, gerichtet reflektierendes Objekt gemessen, das sich in einer veränderlichen Distanz d zur Vorrichtung
10 befindet. Das Objekt wird hier - wie in Figur 1 - koinzidierend angemessen. Dabei ist Vorrichtung derart auf das Eckwürfelprisma 8 ausgerichtet, dass sich das Reflexionszentrum des Eckwürfelprismas 8 auf der Achse eines Bündels von der Vorrichtung modulierter und ausgesendeter
15 Laserstrahlen 1 befindet.

Die biaxiale Vorrichtung weist hier ein Objektiv 2 zum Einsammeln von Strahlen, einen als fünfte Mittel zum Auswählen von Strahlen ausgebildeten Empfänger 7, ein
20 weiteres Objektiv 41 mit rechteckiger Öffnung und eine Laserdiode 25 auf.

Die Emissionsfläche der Laserdiode 25 zum Erzeugen der modulierten Laserstrahlen ist auch hier wesentlich vor der
25 Brennebene des Objektivs 41 angeordnet, wodurch die ausgesendeten Laserstrahlen 1 in Form eines dekollierten, deutlich divergenten Bündels - das dem dekollierten Bündel aus Figur 1 entspricht - auf das Eckwürfelprisma 8 projiziert werden.

30

Vom Objektiv 2 werden Strahlen eingesammelt, die wenigstens einen Teil der am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 sowie Hintergrundstrahlen 28 umfassen. Die

- 29 -

am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 liegen dabei in Form eines dekollierten Bündels vor. Die eingesammelten Strahlen werden in Richtung des Empfängers 7 projiziert, der hier in der Nähe der Brennebene 20 des
5 Objektivs 2 angeordnet ist.

Wie bei der Vorrichtung aus Figur 1 treten beim Messen auf Objekte in sehr nahen Distanzen d - hier allerdings aufgrund der Parallaxe biaxialer Vorrichtungen - Probleme auf.

10

Figur 12 zeigt schematisch dargestellt eine vergrösserte Detailansicht der fünften Mittel zum Auswählen von Strahlen aus Figur 11 zusammen mit einem Abbild des Bündels eingesamelter, von einem nahen Objekt gerichtet
15 reflektierter Strahlen in Draufsicht. Der Empfänger 7 weist einen Detektor 40 mit einer aktiven Detektorfläche 42 auf. Die zusammenhängende Detektorfläche 42 weist hier eine länglich progressiv auseinander laufende, trompetenförmige Form auf.

20

Da - wie aus Figur 11 ersichtlich - der grösste Teil am nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierter Laserstrahlen 3 vom Objektiv 2 nicht eingesammelt werden kann, bilden hier die reflektierten Laserstrahlen 3 einen schmalen, scharf
25 abgegrenzten Kreisabschnitt 43, der gleichfalls über eine Vielzahl von Punkten schematisch dargestellt ist. Durch die rechteckige Öffnung des weiteren Objektivs 41 weist das Bündel ausgesendeter Laserstrahlen 1 einen rechteckigen Querschnitt auf, der die gerade Begrenzungslinie des
30 Kreisabschnitts 43 verursacht. Die runde Begrenzungslinie geht auf die kreisförmige Öffnung des Objektivs 2 zurück.

- 30 -

Gemäss Figur 11 werden aber auch über das Objektiv 2 Hintergrundstrahlen 28 eingesammelt und in Richtung des Empfängers 7 projiziert. Diese treffen auf den gesamten hier dargestellten Teils des Empfängers 7. Neben den am
5 Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 werden dadurch auch auf die aktive Detektorfläche 42 fokussierte Hintergrundstrahlen 28 detektiert.

Über die Detektorfläche 42 werden von der erfindungsgemässen
10 Vorrichtung aus Figur 11 aus dem Bündel eingesammelter Strahlen gezielt Strahlen aus einem Querschnittsbereich des Bündels ausgewählt, der mit der aktiven Detektorfläche 42 zusammenfällt. Nur dieser Teil des Bündels eingesammelter Strahlen wird vom Empfänger 7 in elektrische Signale
15 umgewandelt. In diesem Ausführungsbeispiel entspricht der Querschnittsbereich mit den ausgewählten Strahlen der Detektorfläche 42.

Der Querschnittsbereich weist hier einenenends einen ersten
20 Abschnitt 5 und anderenends einen zweiten Abschnitt 6 auf. Ausgewählte, von einem fernen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 liegen innerhalb des ersten Abschnitts 5, während ausgewählte, von einem nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 innerhalb des zweiten
25 Abschnitts 6 liegen. Der zweite Abschnitt 6 weist hier eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt 5 auf, wodurch mehr der wenigen am sehr nahen Eckwürfelprisma 8 eingesammelten, reflektierten Laserstrahlen 3 aus Figur 11 detektiert werden können.

30

Figur 13 und 14 zeigen jeweils eine Gegenüberstellung, welche jeweils der Gegenüberstellung der Figur 5 bzw. 7 entspricht. Anstelle von Draufsichten auf Mittel zum

- 31 -

Auswählen von Strahlen der Vorrichtung von monoaxialer Grundform aus Figur 1 zeigen Figur 13 und 14 Draufsichten auf Mittel zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung von biaxialer Grundform aus Figur 11.

5

Die Draufsichten von Figur 13 zeigen scharf abgegrenzte Abbilder am Eckwürfelprisma 8 aus Figur 11 gerichtet reflektierter Laserstrahlen 3. Die Draufsichten von Figur 14 hingegen zeigen diffuse Abbilder an einer natürlich rauen
10 Oberfläche gestreut reflektierter Laserstrahlen 3.

Die erste Draufsicht von Figur 13 zeigt einen rechteckigen Rahmen 44, der dem rechteckigen Querschnitt des dekollierten Bündels ausgesendeter Laserstrahlen 1 aus
15 Figur 11 entspricht. Infolge des Abstand zwischen dem empfangsseitigen und dem sendeseitigen Objektiv 2 bzw. 41 werden die eingesammelten, gerichtet reflektierten Laserstrahlen 3 durch den Rand des runden Objektivs 2 begrenzt, so dass bei nahen Distanzen nur der
20 Kreisabschnitt 43 auf den Empfänger 7 aus Figur 12 projiziert wird.

Bei einer Distanz d von etwa einem Meter - welche der ersten Draufsicht zugrunde liegt - ist der Kreisabschnitt 43 hier
25 sehr schmal. Da gemäss der Erfindung in diesem Bereich die Detektorfläche 42 jedoch stark ausgedehnt ist, werden dennoch ausreichend am Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 detektiert, um zuverlässig und schnell Messen zu können.

30

Bei einer Distanz d von etwa 5 Metern - welche der zweiten Draufsicht zugrunde liegt - fällt der Kreisabschnitt 43 deutlich breiter aus und wandert in Richtung der Achse des

- 32 -

Bündels ausgesendeter Laserstrahlen 1 aus Figur 11. Die dadurch zunehmende Menge eingesammelter, reflektierten Laserstrahlen 3 kann teilweise durch die in derselben Richtung abnehmende Ausdehnung der Detektorfläche 42 teilweise kompensiert werden.

Bei einer Distanz d von etwa 20 Metern - welche der dritten Draufsicht zugrunde liegt - bildet das Abbild reflektierter Laserstrahlen 3 bereits eine ganze Kreisfläche.

10

Bei einer Distanz d von etwa einhundert Metern - welche der vierten Draufsicht zugrunde liegt - verschiebt sich die Position des Abbilds reflektierter Laserstrahlen 3 auch bei weiter zunehmender Distanz d nicht mehr. Alle
15 eingesammelten, reflektierten Laserstrahlen 3 treffen nun auf den Teil der Detektorfläche 42 mit der kleinsten Ausdehnung. Bei noch grösseren Distanzen nimmt dann das umgewandelte, elektrische Signal quadratisch mit zunehmender Distanz ab.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Messen der Distanz (d) zu fernen und nahen Objekten (8), an denen von der Vorrichtung modulierte und ausgesendete Laserstrahlen (1) reflektiert werden, mit
- einem gemeinsamen Objektiv (2) zum Aussenden der Laserstrahlen (1) und zum Einsammeln von Strahlen, die an den Objekten reflektierte Laserstrahlen (3) und Hindergrundstrahlen (28) umfassen,
 - Mitteln (12, 36, 38, 39, 40) zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden Querschnittsbereichs (34, 37) eines Bündels eingesammelter Strahlen, der einen ersten (5) und wenigstens einen zweiten Abschnitt (6) aufweist, wobei dem ersten (5) von einem fernen und dem wenigstens einen zweiten Abschnitt (6) von einem nahen Objekt reflektierte Laserstrahlen (3) zugeordnet sind und über den zweiten Abschnitt (6) nur ein Bruchteil der eingesammelten, vom nahen Objekt reflektierten Laserstrahlen (1) ausgewählt wird, und
 - einem Empfänger (7) zum Umwandeln ausgewählter Strahlen in ein einziges elektrisches Signal, über das mit Hilfe der Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer Strahlen die Distanz (d) bestimmbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass der wenigstens eine zweite Abschnitt (6) mindestens die Ausdehnung des ersten Abschnitts (5) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 zum Messen der Distanz (d) zu einem gerichtet reflektierenden Objekt (8), dadurch

gekennzeichnet, dass die ausgesendeten Laserstrahlen (1) als dekolliertes Strahlenbündels ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass der ausgewählte Querschnittsbereich (34) wenigstens zwei zweite Abschnitte (6) aufweist, zwischen denen ein einziger erster Abschnitt (5) angeordnet ist, und dass
10 gegebenenfalls der ausgewählte Querschnittsbereich (34) symmetrisch ausgebildet ist.
4. Vorrichtung zum Messen der Distanz (d) zu fernen und nahen, gerichtet reflektierenden Objekten (8), an denen
15 von der Vorrichtung modulierte und ausgesendete Laserstrahlen (1), die als dekolliertes Strahlenbündel ausgebildet sind, reflektiert werden, mit
- einem Objektiv (2) zum Einsammeln von Strahlen, die an den Objekten reflektierte Laserstrahlen (3) und
20 Hindergrundstrahlen (28) umfassen,
 - einem weiteren Objektiv (41) zum Aussenden der Laserstrahlen (1),
 - Mitteln (40) zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden Querschnittsbereichs eines Bündels
25 eingesammelter Strahlen, der einen ersten (5) und einen zweiten Abschnitt (6) aufweist, wobei dem ersten (5) von einem fernen und dem zweiten Abschnitt (6) von einem nahen Objekt reflektierte Laserstrahlen (3) zugeordnet sind und über den wenigstens einen
30 zweiten Abschnitt (6) nur ein Bruchteil der eingesammelten, vom nahen Objekt reflektierten Laserstrahlen (1) ausgewählt wird, und

- 35 -

- einem Empfänger (7) zum Umwandeln ausgewählter Strahlen in ein einziges elektrisches Signal, über das mit Hilfe der Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer Strahlen die Distanz (d) bestimmbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (40) derart ausgebildet sind, dass der zweite Abschnitt (6) mindestens die Ausdehnung des ersten Abschnitts (5) aufweist.
- 10 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (12, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass der zweite Abschnitt (6) eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt (5) aufweist.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (12, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass sich der ausgewählte Querschnittsbereich (34) ausgehend vom zweiten Abschnitt (6) hin zum ersten Abschnitt (5) derart verjüngt, dass beim Messen auf das gerichtet reflektierende Objekt (8) in unterschiedlichen Distanzen (d) von nah bis fern die jeweiligen Unterschiede zwischen der Intensität ausgewählter Strahlen reduziert werden.
- 20 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zum Messen auf ein gerichtet reflektierendes Objekt (8) und auf ein gestreut reflektierendes Objekt, dadurch gekennzeichnet, dass zum Messen auf das gestreut reflektierende Objekt die ausgesendeten Laserstrahlen als kollimiertes Strahlenbündels ausgebildet sind.
- 25 30

- 36 -

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass sich der ausgewählte Querschnittsbereich (34) ausgehend vom zweiten (6) hin zum ersten Abschnitt (5) derart verjüngt, dass beim Messen auf das gerichtet reflektierende (8) und auf das gestreut reflektierende Objekt jeweils in unterschiedlichen Distanzen (d) von nah bis fern die jeweiligen Unterschiede zwischen der Intensität ausgewählter Strahlen reduziert werden.
9. Vorrichtung nach einen der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Multimode-Lichtleitfaser (10) zum Weiterleiten ausgewählter Strahlen vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (39) zum Auswählen als länglich zusammengequetschtes Endstück einer Multimode-Lichtleitfaser (10) ausgebildet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12) zum Auswählen als Blende, beispielsweise als Schlitzblende oder als Kreuzschlitzblende, gegebenenfalls in Kombination mit der Eintrittsfläche der Multimode-Lichtleitfaser (10) ausgebildet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zum Auswählen als reflektives, refraktives oder diffraktives optisches Element, beispielsweise als Zylinderlinse (36), Freiformlinse oder, gegebenenfalls verspiegelter, Lichteinfangtrichter, gegebenenfalls vor der

- 37 -

Eintrittsfläche der Multimode-Lichtleitfaser (10)
angeordnet, ausgebildet sind.

13. Vorrichtung nach einen der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch**
5 **gekennzeichnet**, dass die Mittel zum Auswählen als
Detektor (40) mit einer länglichen, aktiven
Detektionsfläche (42) ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass Mittel (12, 36, 38, 39, 40) zum
Auswählen in der Nähe der Brennebene (20) des Objektivs
(2) zum Einsammeln von Strahlen angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch**
15 **gekennzeichnet**, dass ein Okular (23) vorgesehen ist,
wobei das Okular (23) und das Objektiv (41) ein Fernrohr
zum Anzielen der Objekte (8) bilden.

1 / 3

Fig. 1

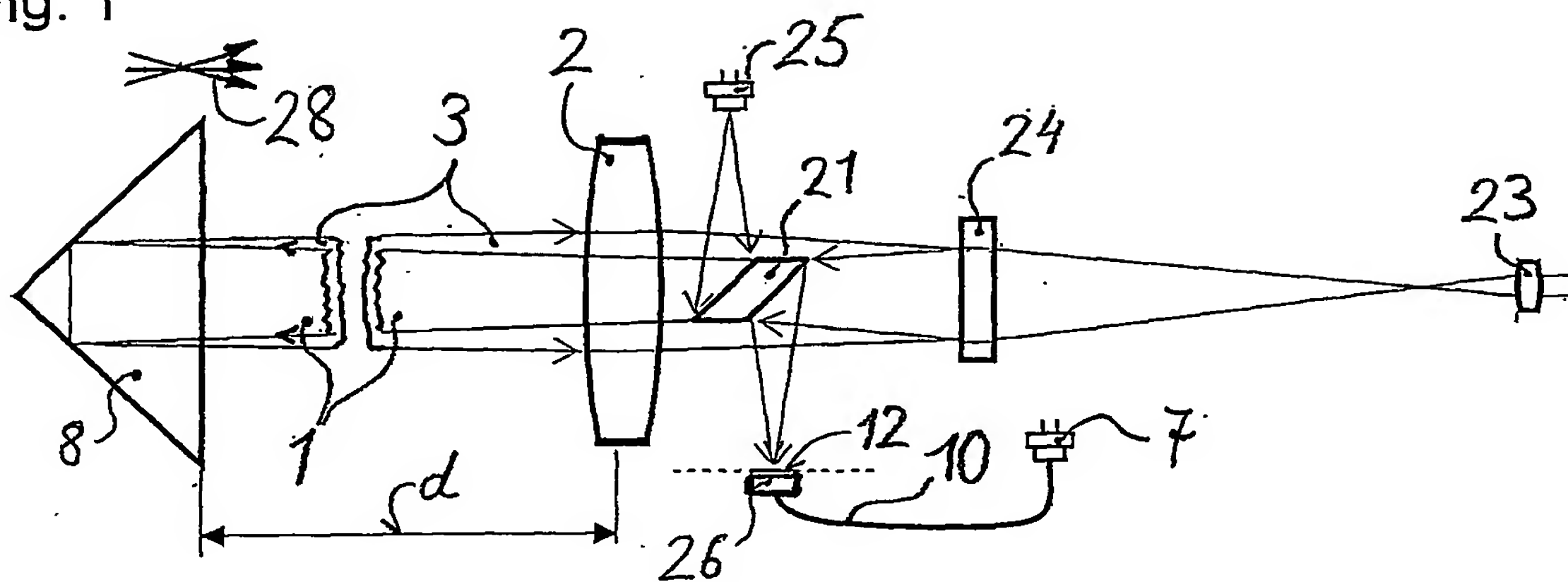


Fig. 2

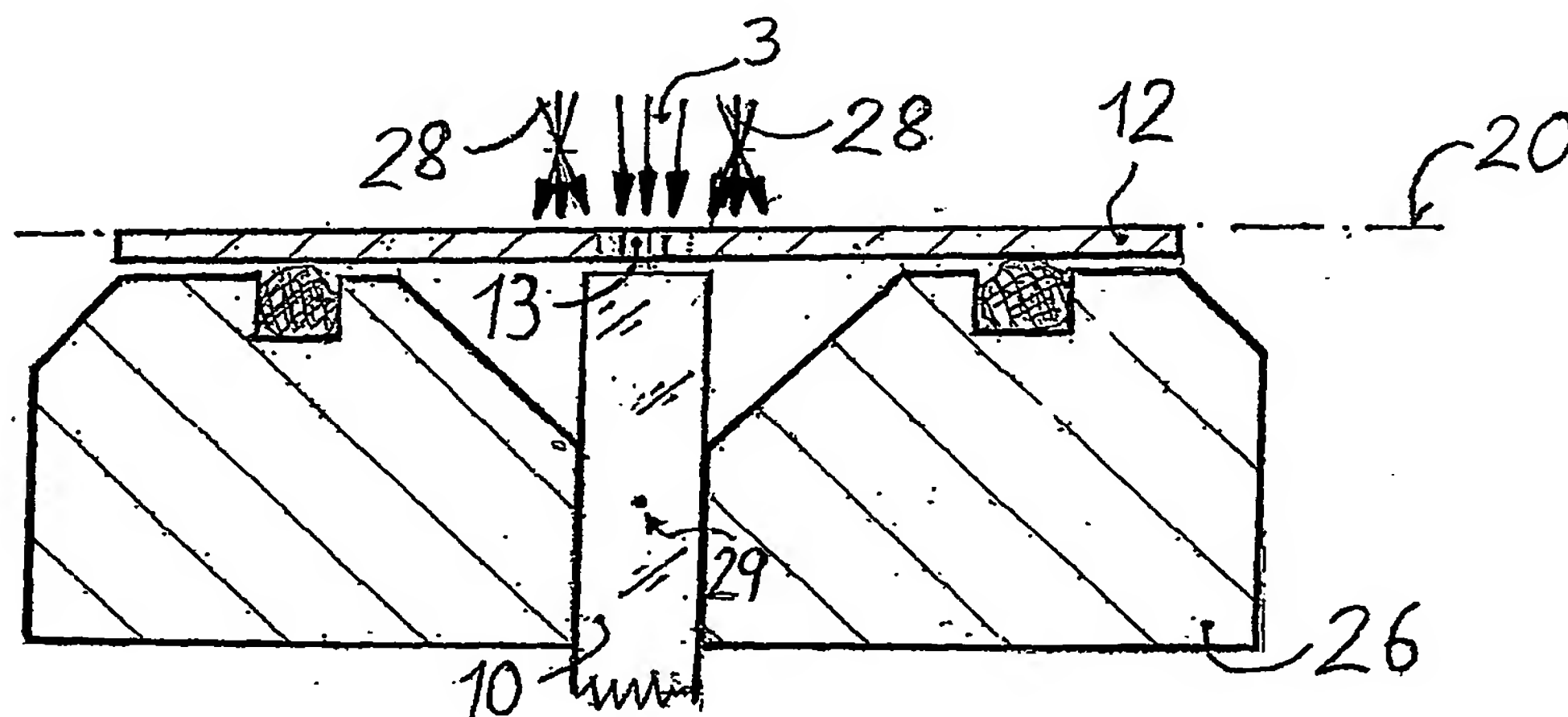


Fig. 3

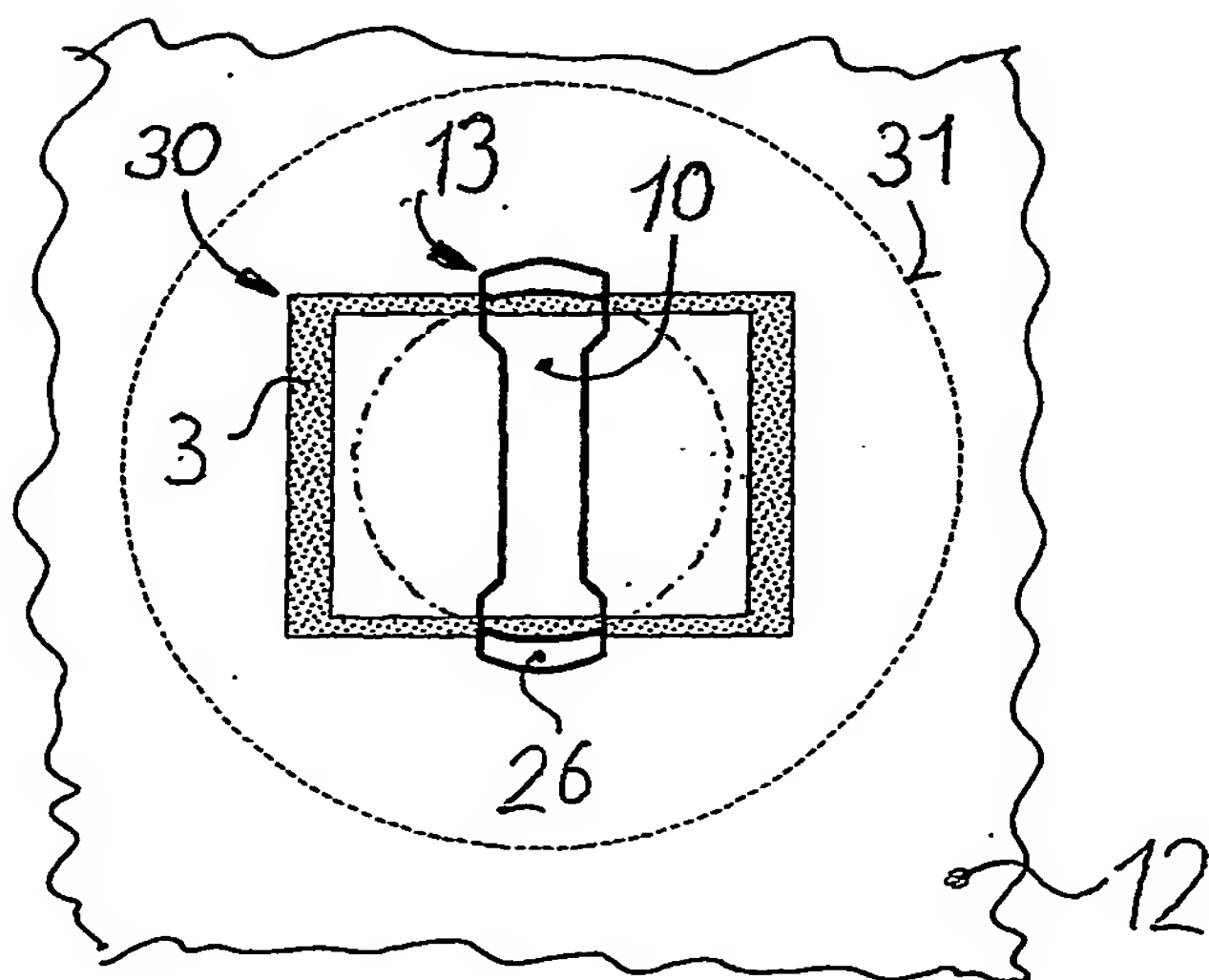
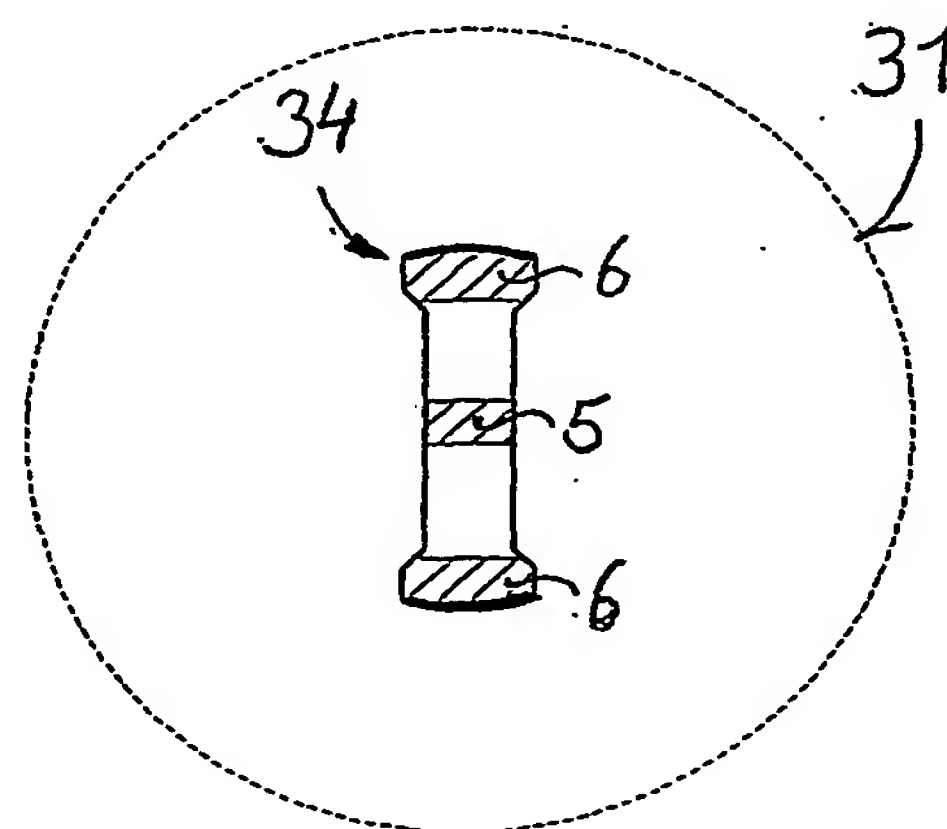


Fig. 4



2 / 3

Fig. 5

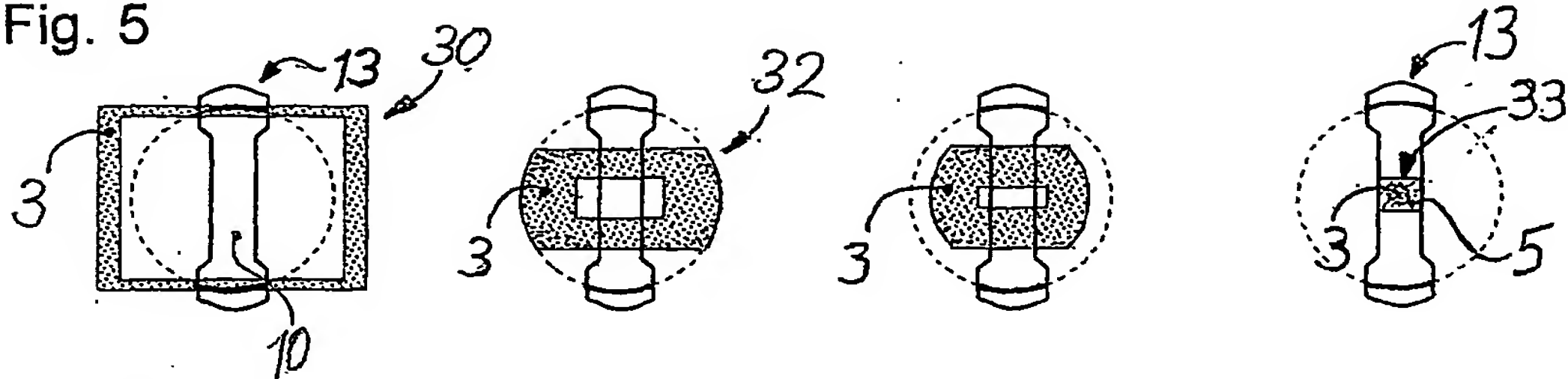


Fig. 6

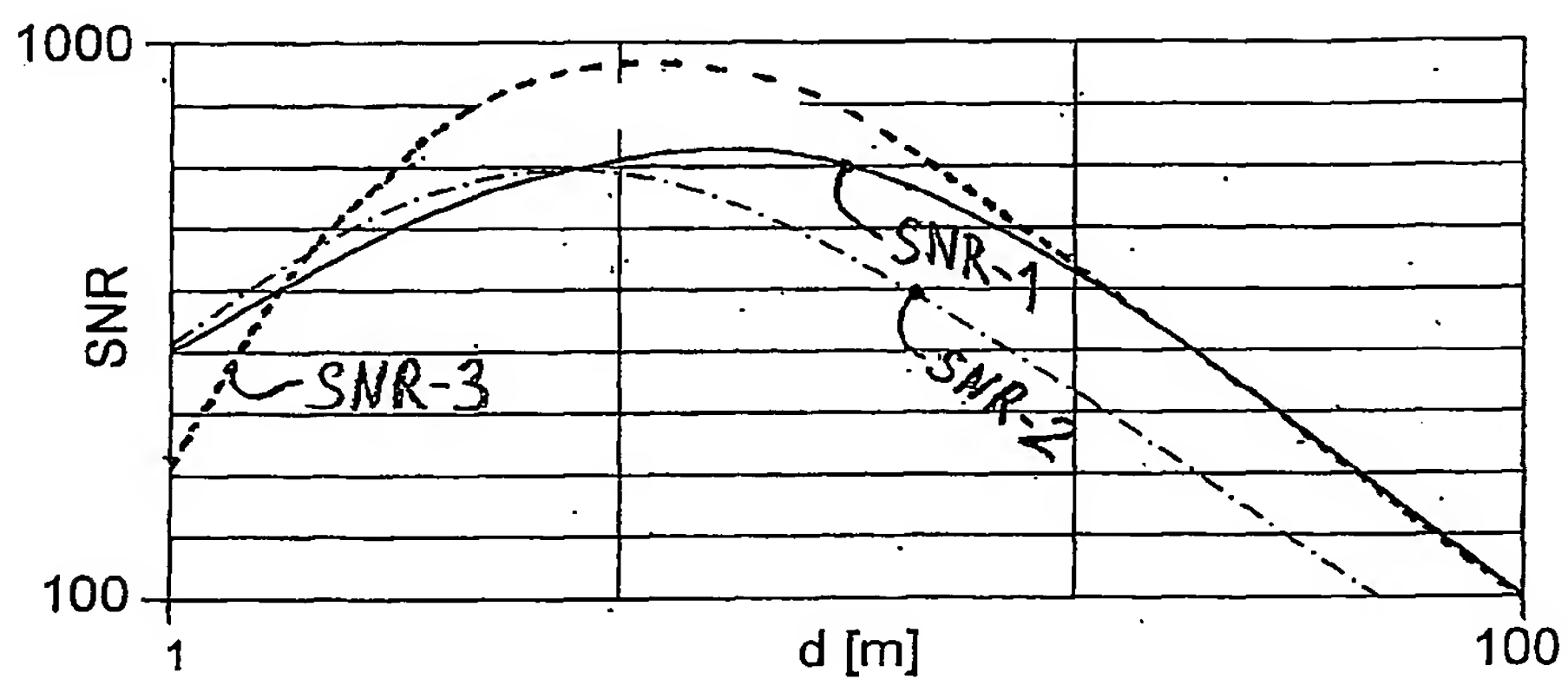


Fig. 7

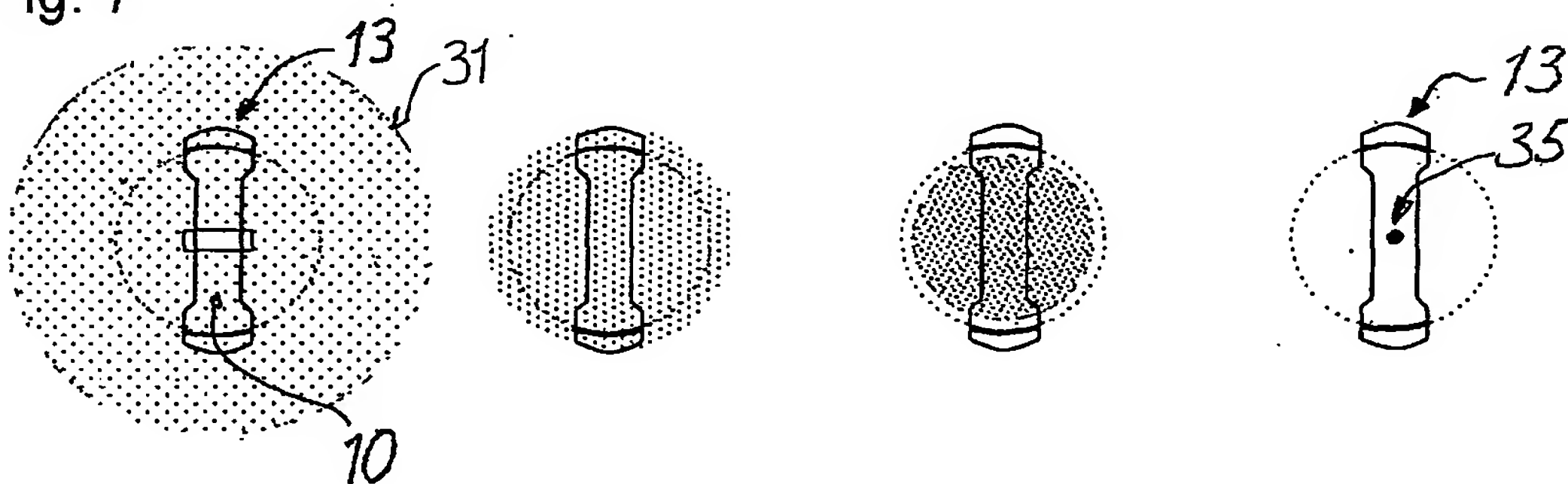


Fig. 8

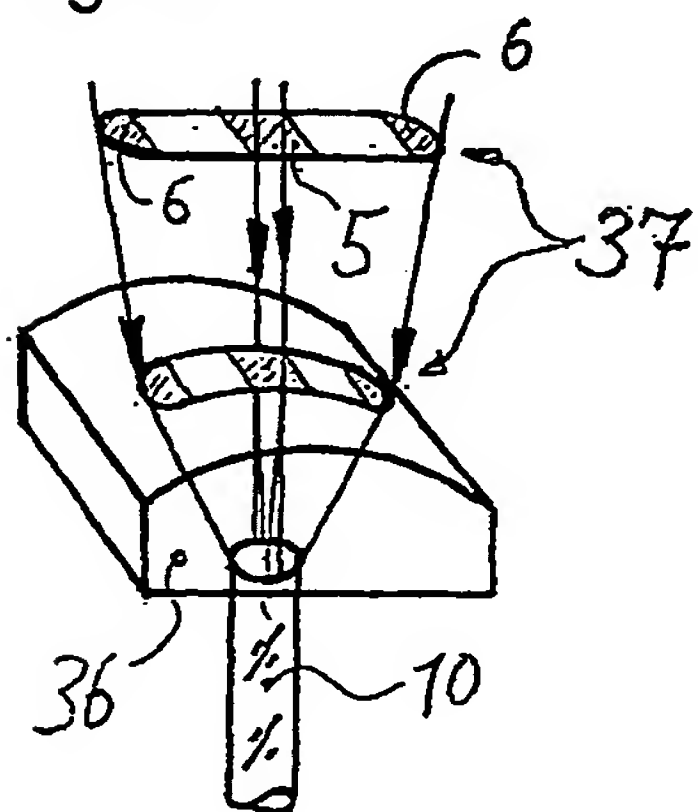


Fig. 9

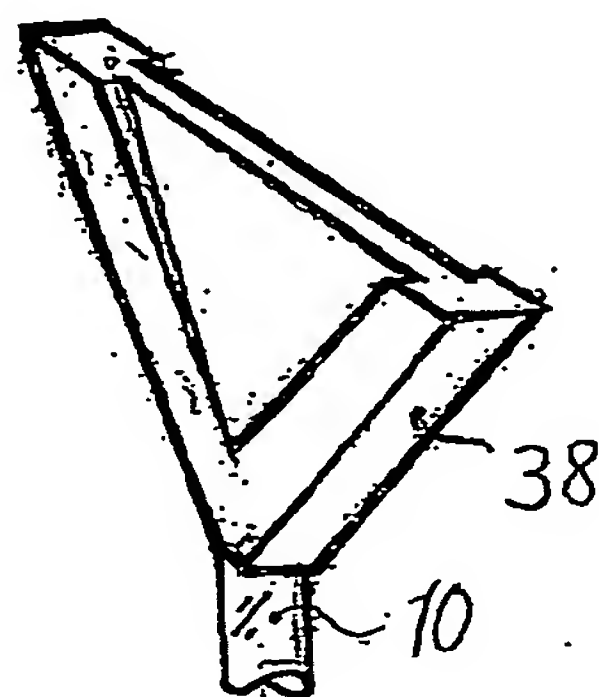


Fig. 10

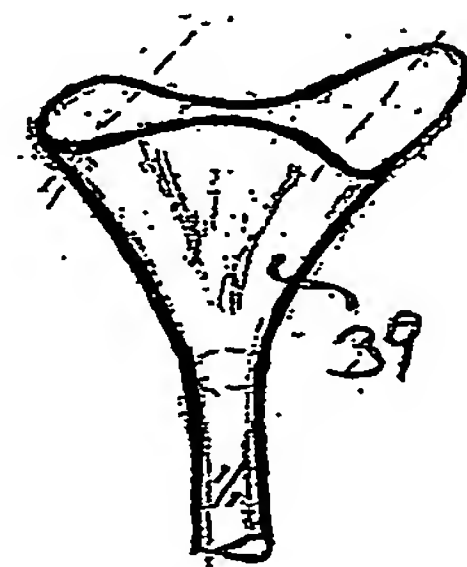


Fig. 11

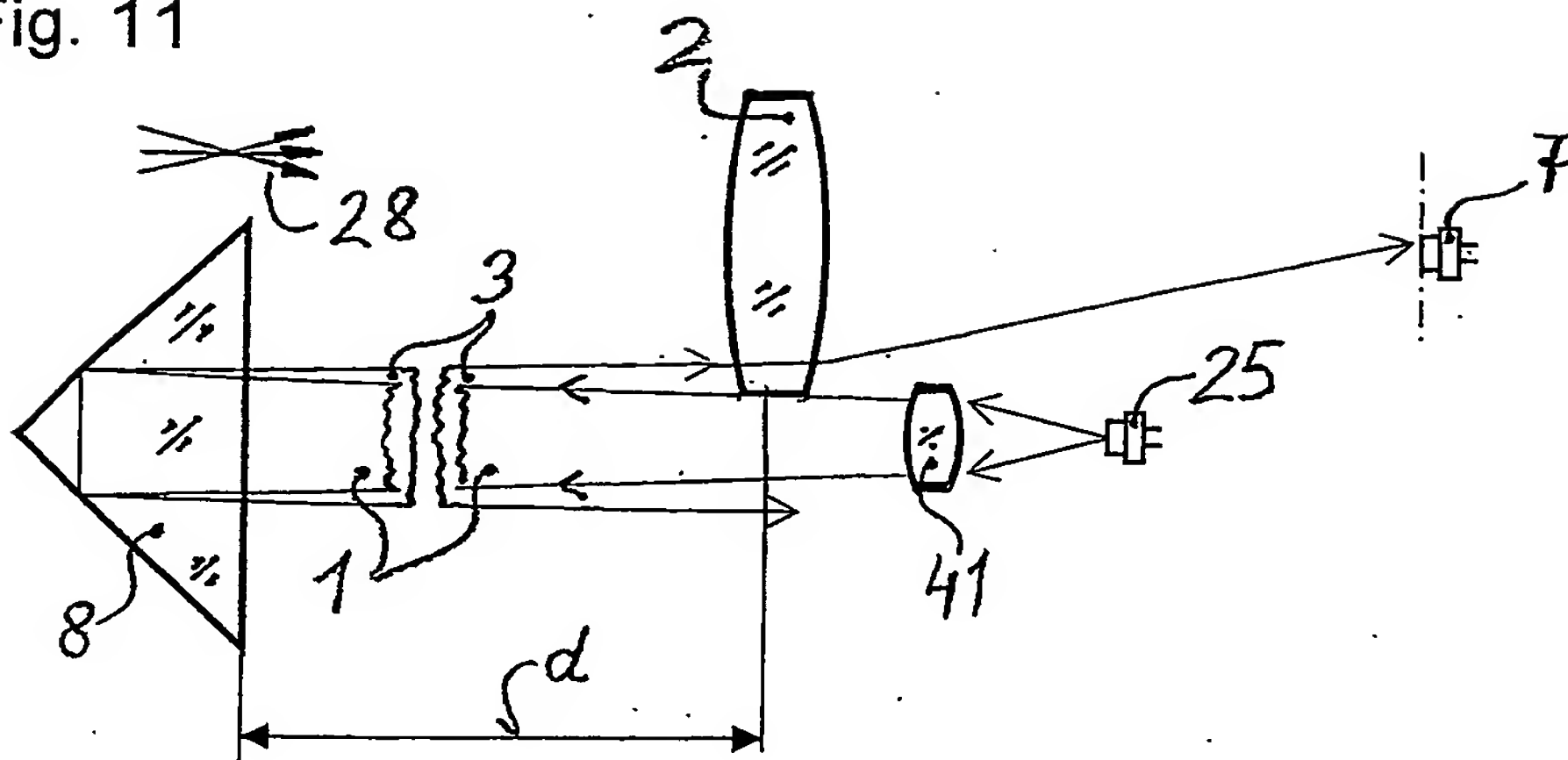


Fig. 12

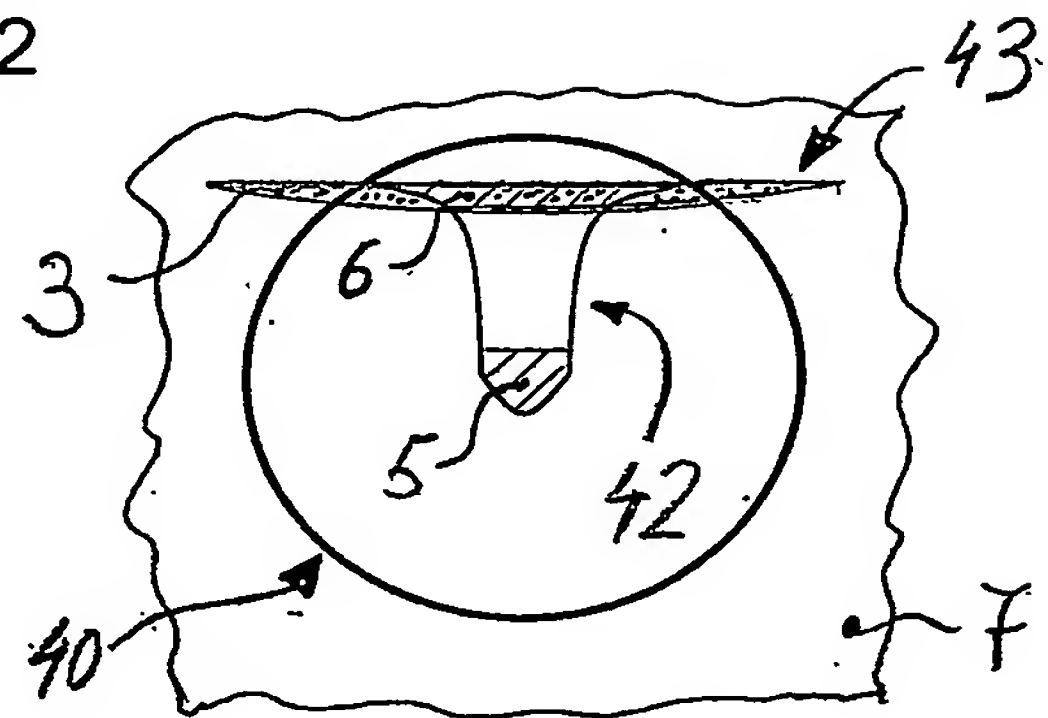
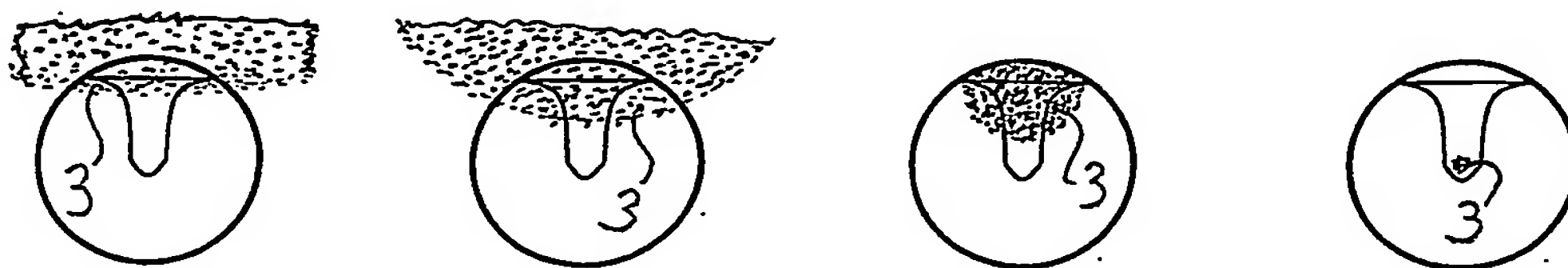


Fig. 13



Fig. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/014362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S7/481 G01S7/486

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01C G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	DE 101 28 484 A (ASAHI OPTICAL CO LTD) 21 March 2002 (2002-03-21) cited in the application abstract paragraphs '0004!, '0074! - '0079! column 5, line 42 - line 48 -----	1,3,5,7, 9,11,14, 15 4,8
Y A	EP 0 448 111 A (PERCEPTRON INC) 25 September 1991 (1991-09-25) abstract column 6, line 28 - column 7, line 6 figure 7 ----- -/--	1,3,5,7, 9,11,14, 15 4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 April 2005

Date of mailing of the international search report

18/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/014362

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/29576 A (PSC SCANNING INC) 26 April 2001 (2001-04-26) abstract page 14, line 13 - page 18, line 24 figures 3,4,11 -----	1,5,13, 14
A	EP 0 768 542 A (TOPCON CORP) 16 April 1997 (1997-04-16) abstract -----	1,2,4, 6-8,12
A	& DE 696 08 066 T (TOPCON TOKIO TOKYO KK) 11 January 2001 (2001-01-11) cited in the application abstract -----	1
A	WO 03/002939 A (BOSCH GMBH ROBERT ; SCHMIDT DIERK (DE); STIERLE JOERG (DE); WOLF PETER) 9 January 2003 (2003-01-09) cited in the application abstract figures 2-6 -----	1,4,13
A	DE 198 40 049 A (LEICA GEOSYSTEMS AG) 6 April 2000 (2000-04-06) cited in the application abstract -----	1,2,4, 6-8
A	EP 0 635 729 A (NIPPON DENSO CO) 25 January 1995 (1995-01-25) abstract -----	1,2,4, 6-8
A	column 3, line 48 - column 4, line 10 -----	1
A	& DE 692 25 811 T (DENSO CORP) 21 January 1999 (1999-01-21) cited in the application -----	1
A	DE 43 16 348 A (WILD HEERBRUGG AG) 17 November 1994 (1994-11-17) cited in the application abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014362

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10128484	A	21-03-2002	DE 10128484 A1	21-03-2002
			JP 2002071351 A	08-03-2002
			US 2001050764 A1	13-12-2001
EP 0448111	A	25-09-1991	US 5006721 A	09-04-1991
			CA 2038924 A1	24-09-1991
			EP 0448111 A2	25-09-1991
WO 0129576	A	26-04-2001	WO 0129576 A1	26-04-2001
EP 0768542	A	16-04-1997	JP 9105625 A	22-04-1997
			CN 1155069 A ,C	23-07-1997
			DE 69608066 D1	08-06-2000
			DE 69608066 T2	11-01-2001
			EP 0768542 A1	16-04-1997
			US 5760905 A	02-06-1998
DE 69608066	T	11-01-2001	JP 9105625 A	22-04-1997
			CN 1155069 A ,C	23-07-1997
			DE 69608066 D1	08-06-2000
			DE 69608066 T2	11-01-2001
			EP 0768542 A1	16-04-1997
			US 5760905 A	02-06-1998
WO 03002939	A	09-01-2003	DE 10130763 A1	02-01-2003
			WO 03002939 A1	09-01-2003
			EP 1405037 A1	07-04-2004
			JP 2004521355 T	15-07-2004
			US 2003128351 A1	10-07-2003
DE 19840049	A	06-04-2000	DE 19840049 A1	06-04-2000
			EP 0987564 A1	22-03-2000
			JP 3272699 B2	08-04-2002
			JP 2000088566 A	31-03-2000
			US 6411371 B1	25-06-2002
EP 0635729	A	25-01-1995	DE 69225811 D1	09-07-1998
			DE 69225811 T2	21-01-1999
			EP 0635729 A1	25-01-1995
			JP 3038918 B2	08-05-2000
			US 5589930 A	31-12-1996
			WO 9306505 A1	01-04-1993
DE 69225811	T	21-01-1999	DE 69225811 D1	09-07-1998
			DE 69225811 T2	21-01-1999
			EP 0635729 A1	25-01-1995
			WO 9306505 A1	01-04-1993
			JP 3038918 B2	08-05-2000
			US 5589930 A	31-12-1996
DE 4316348	A	17-11-1994	DE 4316348 A1	17-11-1994
			AU 679998 B2	17-07-1997
			AU 6842594 A	12-12-1994
			CN 1123573 A ,C	29-05-1996
			DE 59401776 D1	20-03-1997
			DE 59409256 D1	04-05-2000
			WO 9427164 A1	24-11-1994
			EP 0701702 A1	20-03-1996

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014362

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4316348	A	EP 0738899 A1	23-10-1996
		JP 3169082 B2	21-05-2001
		JP 8510324 T	29-10-1996
		US 5949531 A	07-09-1999
		US 5815251 A	29-09-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014362

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S7/481 G01S7/486

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01C G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 101 28 484 A (ASAHI OPTICAL CO LTD) 21. März 2002 (2002-03-21) in der Anmeldung erwähnt	1,3,5,7, 9,11,14, 15
A	Zusammenfassung Absätze '0004!, '0074! - '0079! Spalte 5, Zeile 42 - Zeile 48	4,8
Y	EP 0 448 111 A (PERCEPTRON INC) 25. September 1991 (1991-09-25)	1,3,5,7, 9,11,14, 15
A	Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 28 - Spalte 7, Zeile 6 Abbildung 7	4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roost, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014362

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01/29576 A (PSC SCANNING INC) 26. April 2001 (2001-04-26) Zusammenfassung Seite 14, Zeile 13 - Seite 18, Zeile 24 Abbildungen 3,4,11 -----	1,5,13, 14
A	EP 0 768 542 A (TOPCON CORP) 16. April 1997 (1997-04-16) Zusammenfassung	1,2,4, 6-8,12
A	& DE 696 08 066 T (TOPCON TOKIO TOKYO KK) 11. Januar 2001 (2001-01-11) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1
A	WO 03/002939 A (BOSCH GMBH ROBERT ; SCHMIDT DIERK (DE); STIERLE JOERG (DE); WOLF PETER) 9. Januar 2003 (2003-01-09) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 2-6 -----	1,4,13
A	DE 198 40 049 A (LEICA GEOSYSTEMS AG) 6. April 2000 (2000-04-06) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1,2,4, 6-8
A	EP 0 635 729 A (NIPPON DENSO CO) 25. Januar 1995 (1995-01-25) Zusammenfassung	1,2,4, 6-8 1
A	Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 10 & DE 692 25 811 T (DENSO CORP) 21. Januar 1999 (1999-01-21) in der Anmeldung erwähnt -----	1
A	DE 43 16 348 A (WILD HEERBRUGG AG) 17. November 1994 (1994-11-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014362

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10128484 A	21-03-2002	DE 10128484 A1	21-03-2002
		JP 2002071351 A	08-03-2002
		US 2001050764 A1	13-12-2001
EP 0448111 A	25-09-1991	US 5006721 A	09-04-1991
		CA 2038924 A1	24-09-1991
		EP 0448111 A2	25-09-1991
WO 0129576 A	26-04-2001	WO 0129576 A1	26-04-2001
EP 0768542 A	16-04-1997	JP 9105625 A	22-04-1997
		CN 1155069 A ,C	23-07-1997
		DE 69608066 D1	08-06-2000
		DE 69608066 T2	11-01-2001
		EP 0768542 A1	16-04-1997
		US 5760905 A	02-06-1998
DE 69608066 T	11-01-2001	JP 9105625 A	22-04-1997
		CN 1155069 A ,C	23-07-1997
		DE 69608066 D1	08-06-2000
		DE 69608066 T2	11-01-2001
		EP 0768542 A1	16-04-1997
		US 5760905 A	02-06-1998
WO 03002939 A	09-01-2003	DE 10130763 A1	02-01-2003
		WO 03002939 A1	09-01-2003
		EP 1405037 A1	07-04-2004
		JP 2004521355 T	15-07-2004
		US 2003128351 A1	10-07-2003
DE 19840049 A	06-04-2000	DE 19840049 A1	06-04-2000
		EP 0987564 A1	22-03-2000
		JP 3272699 B2	08-04-2002
		JP 2000088566 A	31-03-2000
		US 6411371 B1	25-06-2002
EP 0635729 A	25-01-1995	DE 69225811 D1	09-07-1998
		DE 69225811 T2	21-01-1999
		EP 0635729 A1	25-01-1995
		JP 3038918 B2	08-05-2000
		US 5589930 A	31-12-1996
		WO 9306505 A1	01-04-1993
DE 69225811 T	21-01-1999	DE 69225811 D1	09-07-1998
		DE 69225811 T2	21-01-1999
		EP 0635729 A1	25-01-1995
		WO 9306505 A1	01-04-1993
		JP 3038918 B2	08-05-2000
		US 5589930 A	31-12-1996
DE 4316348 A	17-11-1994	DE 4316348 A1	17-11-1994
		AU 679998 B2	17-07-1997
		AU 6842594 A	12-12-1994
		CN 1123573 A ,C	29-05-1996
		DE 59401776 D1	20-03-1997
		DE 59409256 D1	04-05-2000
		WO 9427164 A1	24-11-1994
		EP 0701702 A1	20-03-1996

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014362

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Januar 2004)

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.